

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA  
EKONOMICKÁ FAKULTA**



## **Autoreferát k disertační práci**

### **Makroekonomické modelování české ekonomiky v pojetí nového keynesovství**

**Studijní program:** *Ekonomické teorie*

**Studijní obor:** *Ekonomie*

**Školitel:** *doc. Ing. Martin Macháček, Ph.D.*

2011

Aleš Melecký

# Modeling the Czech Macroeconomy Using the New Keynesian Approach

## Abstract

This dissertation focuses on the evaluation of New Keynesian Macroeconomic models on the Czech Republic's data and in the context of the specifics of the Czech economy. The evaluation is conducted in terms of the models data fit and usefulness for monetary policy analysis. In its theoretical part, the dissertation discusses the discord between modern the neoclassical economists, and the new Keynesians as the main school advocating the use of dynamic stochastic general equilibrium models (DSGE) for policy analysis. Although both schools share most of the fundamental views, for instance the need for microfoundations of deep structural parameters and shocks, and rational expectations, they diverge in their views concerning the importance of price and wage rigidities, and the short-run effectiveness of stabilization policy.

Owing to the fact that DSGE models are predominantly used for monetary policy analysis, this dissertation deploys and evaluates the DSGE models in the context of different representation of monetary policy response, including the Taylor rule, and the overall tradeoff between using discretionary policy and systematic rules. Another researched aspect in the dissertation pertains to the theoretical and empirical coherence of DSGE models. The restriction of the latter tradeoff has been, however, lifted over time due to advances in computational power, which allowed achieving the same degree of empirical coherence with better theoretical construction.

The main, empirical part of the dissertation applies the new Keynesian-type macroeconomic model to the data on the Czech economy. This model consists of two blocks: (i) domestic, which contains of four equations characterizing the Phillips curve, IS curve, Taylor-type monetary policy reaction function, the exchange rate under the uncovered interest rate parity condition, and (ii) an analogous foreign block representing the Eurozone and modeled as a closed economy.

Estimations of the macroeconomic models are based on two sets of time series to enable analyzing the effect of the 2008 and 2009 global financial crisis on parameter estimates of the model, and its implied dynamics. The latter is studied by means of the impulse response analysis to examine the response of domestic macroeconomic variables to domestic and foreign shocks. The analysis suggests that the response of domestic macroeconomic variables to external shocks is significantly more sensitive, when parameter estimates are based on data including the global financial crisis period.

The estimated model is then used to solve the problem of potential transition from inflation to exchange rate targeting that would predate adoption of the euro. This transition is modeled by means of a change in the simple optimal policy rule that could characterize the respective monetary policy regimes. An evaluation is then carried out to study the impact of such transition on the central bank's loss function value.

**Keywords:** Macroeconomic model, new Keynesian economics, Czech Republic, monetary policy rules, impulse response analysis, loss function, inflation targeting, exchange rate targeting.

## Obsah

Úvod .....	1
1 Cíl a zaměření práce, její struktura a použitá metodika .....	1
2 Rozdíly mezi školami reálných hospodářských cyklů a nového keynesovství .....	2
3 Základy analýzy monetární politiky a strategie modelování .....	3
4 Aplikace makroekonomického modelu na Českou republiku .....	4
4.1 Návrh modelu .....	4
4.2 Vstupní data .....	5
4.3 Výsledky odhadů .....	6
4.4 Výsledky analýzy impulsní odezvy .....	7
5 Od cílování inflace k cílování měnového kurzu .....	8
Závěr .....	9
Literatura .....	10
Seznam použitých zkratek a symbolů .....	13
Vlastní publikační činnost dle evidence VŠB-TUO .....	14

# Úvod

Makroekonomické modely umožňují zlepšit naše poznání ekonomiky, což je velmi důležité pro správnou volbu hospodářské politiky. Také v České republice využívá makroekonomické modely řada významných institucí, např. Česká národní banka, Ministerstvo financí, a mnoho dalších. Existuje široká škála makroekonomických modelů, miniaturními modely sloužícími k objasnění ekonomických teorií počínaje a komplexními statistickými modely konče. V této oblasti probíhá neustálý vývoj, dochází k modifikacím stávajících modelů i vzniku modelů nových. Během posledních několika desetiletí postupně narůstala popularita makroekonomických modelů vycházejících z mikroekonomických základů, mezi které můžeme zařadit i modely vycházející z myšlenek nového keynesovství. Ty jsou oblíbené zejména pro své dobré vypovídací schopnosti a přijatelnou technickou náročnost.

Modely s podobnými teoretickými základy se často objevují zejména u zemí, které zavedly jako svou monetární strategii cílování inflace. V této práci je prezentován jednoduchý model založený na myšlenkách nového keynesovství, jež je vhodný pro řešení základních ekonomických a politických otázek. Nejedná se však o komplexní model, jaký používá např. ČNB pro své predikce, ten využívá daleko složitějšího modelového rámce. Česká republika patří mezi země s velkou otevřeností ekonomiky vzhledem k zahraničí. Proto je pro dosažení co možná nejvěrnějšího obrazu ekonomiky potřeba, při hledání vhodného modelového rámce, zahrnout do specifikace modelu nejen domácí proměnné, ale i zahraniční (exogenní) proměnné determinující klíčové zkoumané ukazatele. Vliv zahraničí navíc narůstá spolu s postupnou integrací české ekonomiky do evropských struktur, přípravou na možné budoucí přijetí společné evropské měny a sílícími globalizačními tendencemi.

Aby se neopakovaly minulé chyby, je v rámci disertační práce použit modelový rámec vycházející z již fungujících a ověřených modelů uvedených v pracích Svensson (1997), Christiano *et al.* (2001) či Clarida *et al.* (2001) upravený pro věrohodné modelování české ekonomiky. Kromě odhadu modelu je v rámci disertační práce provedena i analýza pomocí metody impulsní odezvy (impulse response analysis) a odhadnuta ztrátová funkce centrální banky při různých režimech monetární politiky. Z důvodu komplexního přístupu vedoucího od teoretické přípravy k empirické aplikaci lze disertační práci pokládat za vhodný souhrn poznatků z oblasti modelování české ekonomiky pomocí modelů dynamické stochastické všeobecné rovnováhy (modelů DSGE).

## 1 Cíl a zaměření práce, její struktura a použitá metodika

Cílem disertační práce je ověřit využitelnost a vysvětlovací schopnost nového keynesovského makroekonomického modelu v prostředí České republiky.

Tento cíl je naplňován následujícím způsobem. Nejprve je s využitím dostupné datové základny nalezena vhodná specifikace modelu ekonomiky České republiky a výsledné hodnoty odhadnutých parametrů jsou komparovány s hodnotami parametrů odhadnutými na kratší časové řadě (zde jde o pokus upozorovat vliv „krizových let“ 2008-2009). V rámci této oblasti je také provedeno stručné teoretické shrnutí současného stavu poznání v oblasti tvorby modelů dynamické všeobecné stochastické rovnováhy (modelů DSGE) a konfliktů mezi soudobými neoklasickými ekonomy a novými keynesovci. Při konstrukci modelu je kladen důraz na vypovídací schopnosti a stabilitu systému. Výhodou oproti jiným podobným modelům je použitá metoda odhadu – obecná metoda momentů (GMM) a rozšířená délka časové řady, která umožňuje zahrnout nedávné cyklické výkyvy. Navrhovaný modelový rámec vychází zejména z prací Svensson (2000), Clarida *et al.* (2002) a podobných modelů. Při konstrukci a odhadu modelu je brán ohled na specifika České republiky, např. na „transitivní charakter“ české ekonomiky.

Následně je analyzována dynamika daného modelového systému a pomocí metody impulsní odezvy je ukázáno, jak probíhá absorpce domácích a zahraničních šoků zasahujících českou ekonomiku. Podrobně jsou tak rozebrány dopady jednotlivých šoků (vnějších i vnitřních) na českou ekonomiku a graficky i slovně popsán proces návratu zkoumané ekonomiky ke stálému (stabilnímu) stavu.

Využitelnost modelu pro analýzu otázek hospodářské politiky je spojena s odhadem ztrátové funkce České národní banky (ČNB) a sledováním potenciálního vlivu změny monetárního režimu na ztrátovou funkci ČNB. V této oblasti je zejména zkoumáno, jak váhy, které centrální banka přisuzuje jednotlivým determinantům, ovlivňují ztrátovou funkci ČNB. Zároveň jsou zde formulována určitá doporučení směřující k minimalizaci ztrátové funkce centrální banky. Je řešena otázka, jaké by byly dopady změny monetárního režimu před případným přijetím eura.

Zatímco kapitoly 2 a 3 mají spíše teoreticko deduktivní charakter, kapitoly 4 a 5 lze považovat převážně za empiricko induktivní. Obecně vzato je tato práce, a poznatky z ní vyplývající, kombinací teoretického a empirického přístupu, přičemž stěžejní je část empirická. Vychází se z teoretických poznatků, které určují předpokládaný „směr“ působení jednotlivých veličin, pomocí kvantitativní analýzy jsou tyto vztahy ověřovány a je určována „velikost“ jejich účinků.

Mezi konkrétnější specifické metody, které jsou v disertační práci využívány, lze zařadit zejména metody verifikace, reprezentativního vzorku, ekonomické statistiky či ekonomické analýzy. Tyto metody jsou využívány zejména při odhadu modelu, analýze impulsní odezvy a v rámci řešení otázky přechodu mezi jednotlivými monetárními režimy.

## **2 Rozdíly mezi školami reálných hospodářských cyklů a nového keynesovství**

V současné době jsou, pro účely analýzy hospodářské politiky, populární modely založené na reprezentativních agentech, jakými jsou modely DSGE. Jejich konkurence v podobě modelů ACE se liší zejména ve způsobu definování agentů. Zatímco v případě modelů DSGE určití univerzální agenti směřují k celkové rovnováze, u modelů ACE existují heterogenní agenti mířící pouze k lokální rovnováze. Odlišností modelů DSGE je pak také jejich plná etablovanost v oblasti analýzy hospodářské politiky.

V průběhu času se v rámci DSGE modelů objevují dva významné směry nové klasické modely RBC a modely nové keynesovské ekonomie. Ačkoliv oba přístupy vycházejí z některých společných základů, např. mikroekonomických příčin makroekonomických jevů či racionálního chování, liší se zejména v pohledu na pružnost cen a mezd a z toho vyplývající účinnost stabilizační politiky v krátkém období. Tyto strnulosti jsou v modelech nové keynesovské ekonomie vysvětlovány např. pomocí implicitních a explicitních mzdových kontraktů, nákladů cenové přizpůsobení, způsobu tvorby cen přírůžkou či pomocí různých tržních selhání.

Hlavní rozdíl mezi neoklasikou a novými keynesovci v pohledu na analýzu hospodářské politiky spočívá ve způsobu tvorby modelů. Neoklasikové preferují vytváření jednoduchých modelů s omezeným množstvím parametrů, jejichž zařazení do modelu musí vycházet z mikroekonomických poznatků, což znemožňuje zařazení volných parametrů do modelu. Konkurenční nová keynesovská ekonomie naproti tomu preferuje u makroekonomických modelů dobrou přilnavost k datům. Přes značnou kritiku nového keynesovského přístupu nejsou neoklasikové schopni nabídnout důvěryhodnou alternativu, která by obstála jejich vlastní kritice.

I přes proběhlou novou syntézu v makroekonomii zbývají mezi neoklasikou a novými keynesovci rozpory vyplývající z rozdílů v metodologické orientaci. Tyto se týkají zejména důležitosti přikládané statusu „čisté vědy“ vzhledem k práci, kterou zamýšlejí věnovat aplikovaným problémům. Teoretická objasnění však přispějí analýze hospodářské politiky pouze tehdy, bude-li díky nim navržena lepší hospodářská politika a její implementace.

### 3 Základy analýzy monetární politiky a strategie modelování

V 50. a 60. letech 20. století vycházela formulace monetární politiky z předpokladu substitučního vztahu mezi mírou inflace a mírou nezaměstnanosti. Na základě pokroku v monetární teorii však dospěli mnozí ekonomové k poznatku, že vyšší míra inflace může snížit míru nezaměstnanosti pouze krátkodobě a dlouhodobá expanzivní monetární politika povede pouze k vyšší míře inflace. V roce 1979 proto John Taylor přišel s existencí permanentního substitučního vztahu mezi variabilitou inflace a variabilitou výstupu, z něhož odvodil pravidlo pro realizaci monetární politiky. Postupem času se vyvinula řada verzí tohoto pravidla, ale jeho princip zůstává stejný.

Rozhodnutí jednotlivých firem ohledně stanovení cen, které je základem pro agregátní vztah, je odvozeno z explicitního optimalizačního problému. Každá firma volí svou nominální cenu tak, aby maximalizovala zisk vzhledem k omezení frekvence budoucích cenových přizpůsobení. Při existenci nominálních cenových a mzdových rigidit je monetární politika krátkodobě schopna změnou nominální sazby efektivně ovlivnit krátkodobou reálnou sazbu a tím reálnou ekonomiku. Vzhledem k očekáváním jednotlivých subjektů však není jednoduché říci, jak má centrální banka reagovat na krátkodobé výkyvy.

Předpokládá se, že účelem monetární politiky je minimalizovat druhé mocniny odchylek výstupu a inflace od jejich příslušných cílových úrovní. Pokud je centrální banka schopna důvěryhodně signalizovat svůj záměr udržovat inflaci na nízké úrovni, může svých cílů dosáhnout s menšími náklady.

Pro návrh hospodářské politiky je důležité identifikovat, zda by nebylo vhodné přijmout nějaký závazek, který by mohl kredibilitu posílit (diskuze pravidla vs. diskrece). V případě diskrečních opatření volí centrální banka současnou úrokovou sazbu opětovnou optimalizací v každém období, u pravidel je zvolen plán pro vývoj úrokových sazeb, který je navždy platný. Jsou-li tvůrci hospodářské politiky důvěryhodní, vypadá na první pohled diskreční politika lépe, než používání fixních pravidel v hospodářské politice. V praxi se však objevuje problém spojený s časovou nekonsistencí.

Omezení ekonomické teorie a dat, strukturální změny v ekonomice, nemožnost pozorovat důležité makroekonomické proměnné jako je potenciální produkt, neshody ohledně správnosti modelu ekonomiky nebo transmisní procesy ekonomiky jsou některé z důvodů, proč centrální banky operují v podmínkách nejistoty. Výzkum v oblasti nejistoty a optimální hospodářské politiky se soustředil zejména na tyto tři typy nejistoty: aditivní nejistota (souvisí s neznámým charakterem a velikostí poruch vstupujících do odhadované rovnice), modelová nejistota (zahrnuje problémy se špatnou specifikací modelu, nejistotu ohledně parametrů a chybu vzniklou při odhadu) a nedokonalé informace (označují nejistotu vyplývající z neschopnosti dokonale pozorovat současný stav ekonomiky nebo makroekonomické proměnné).

Proces učení se proniká do všech oblastí, modely jsou neustále vylepšovány, znovu odhadovány, jsou vymyšleny nové modely, aby byly schopny zachytit nejnovější poznatky ekonomického výzkumu, dříve opomíjené faktory se stávají klíčovými a musí být zakomponovány do modelů. Pokud centrální banka uplatňuje jednoduché Taylorovo pravidlo pro stanovování nominálních úrokových měr, stejná podmínka zajišťující rovnováhu při předpokladu racionálních očekávání zabezpečuje dosažení rovnováhy při existenci procesu učení se.

Postupem času se makroekonomické modely vyvíjely od prvotních makroekonomických identit po rozsáhlé modely v 60. tých letech. Ty byly po svém selhání v 70. tých letech mnohdy ještě zvětšovány přidáváním, dříve zanedbávané, nabídkové strany. Lucasova kritika přinesla změnu tendencí směrem k mikroekonomickým základům a modely začaly zdůrazňovat optimální volby ekonomických agentů. Do centra zájmu se dostalo mezičasové rozhodování a snaha o přesnou specifikaci problému, jakým způsobem jsou formována očekávání ohledně budoucnosti. Očekávání byla převážně formována jako racionální, přesněji modelově konsistentní. Toto uvažování položilo základ pro aplikaci nejistoty ohledně budoucího rozhodování v rámci ekonometrických modelů, a to

zahrnutím různých stochastických šoků do modelu, které nebylo možno zcela předvídat. Modely tohoto typu jsou známy jako modely DSGE. Na rozdíl od „akademiků“ museli hospodářsko-političtí analytici stále pracovat s rozsáhlými modely. Větší míru rozčlenění si vyžadovala zejména potřeba vysvětlit hospodářsko-politické akce veřejnosti. Postupně se prosazovaly tendence směřující ke kompromisu – zmenšování modelu, sestavování modelu seshora (top-down) a zapojování různých strategií při hledání shody mezi modelem a daty.

Historie ekonomického modelování je vnímána jako pokus o vyřešení konfliktu mezi teoretickou a empirickou koherencí modelu (viz Pagan, 2003). Teoretická koherence znamená schopnost modelu zahrnout koncepci fungování ekonomiky jako funkci, zatímco empirická koherence vyjadřuje schopnost modelu vysvětlit historická data vztahená k modelované ekonomice. Postupem času, často vlivem zvýšené výpočetní kapacity, bylo možné dosáhnout stejného stupně empirické koherence s lepší teoretickou konstrukcí.

## 4 Aplikace makroekonomického modelu na Českou republiku

### 4.1 Návrh modelu

Na základě získaných poznatků bylo možné sestavit model ekonomiky, který lze charakterizovat jako model DSGE vycházející z myšlenek nového keynesovství. Tento se skládá ze dvou bloků – domácího a zahraničního.

Nejdříve je formulována „hybridní“ Phillipsova křivka. Označuje-li  $E_t x_{t+1}$  prognózu proměnné v čase  $t+1$  na základě veškerých dostupných informací v čase  $t$ , pak agregátní nabídková (AS) funkce, tj. rovnice popisující inflační dynamiku v domácí ekonomice, může být popsána prostřednictvím „hybridní“ Phillipsovy křivky:

$$\pi_t = \rho_\pi E_t \pi_{t+1} + (1 - \rho_\pi) \pi_{t-1} + \lambda_y y_t + \lambda_{\Delta y} E_t \Delta y_{t+1} + \lambda_q \Delta q_{t-1} + \varepsilon_{AS,t} \quad 4.1$$

kde  $\pi_t$  označuje míru inflace měřenou pomocí indexu CPI,  $y_t$  výstupní mezeru v domácí ekonomice a  $\Delta y_{t+1}$  diferenci očekávané změny výstupu,  $\Delta q_{t-1}$  je zpožděná změna reálného devizového kurzu a  $\varepsilon_{AS,t}$  je stacionární sériově korelovaný nabídkový šok. Zbylá řecká písmena zde (i v následujících rovnicích) označují váhu přiřazovanou jednotlivým proměnným. Phillipsova křivka je nazývána hybridní kvůli tomu, že zahrnuje jak minulou inflaci, tak inflační očekávání. Váha minulé inflace  $\pi_{t-1}$  by měla nabývat nenulových hodnot, neboť při tvorbě cen vychází určité procento firem při předpovědi budoucích hodnot inflace naivně z minulých hodnot inflace. Druhou možností pro firmy je důvěřovat inflačnímu cíli v podobě předpovídané inflace  $E_t \pi_{t+1}$ . První transmisní kanál dopadů zahraničních šoků na domácí ekonomiku je zde reprezentován vlivem reálného devizového kurzu na inflaci v domácí ekonomice.

Výstupní mezeru je popsána pomocí rovnice IS:

$$y_t = \rho_y E_t y_{t+1} + (1 - \rho_y) y_{t-1} - \delta_r (r_{t-1} - E_{t-1} \pi_t) + \delta_q q_{t-1} + \delta_y^* y_t^* + \varepsilon_{IS,t} \quad 4.2$$

kde nominální úroková sazba  $r_{t-1}$  je instrumentem monetární politiky,  $y_t^*$  označuje velikost výstupní mezery v zahraničí, v tomto případě aproximovanou ekonomikou eurozóny, a  $\varepsilon_{IS,t}$  je sériově korelovaný poptávkový šok. Výstupní mezeru v domácí ekonomice tudíž závisí na předpovídané hodnotě výstupní mezery v příštím období, jež vyplývá z tendencí domácností k mezičasové optimalizaci, a na své minulé hodnotě v čase  $t-1$ , která může vyplývat ze spotřebních zvyklostí, anebo problematické změny kapitálové zásoby. Váhu jednotlivých období určuje velikost parametru  $\rho_y$ .

Druhý transmisní kanál je v tomto modelu zajištěn přítomností zpožděné hodnoty reálného kurzu  $q_{t-1}$  a třetí transmisní kanál pro vliv zahraniční šoků na domácí ekonomiku reprezentuje složka zahraniční výstupní mezery  $y_t^*$ . Oba tyto kanály ovlivňují velikost domácí výstupní mezery. Je vhodné ještě poznamenat, že efekt reálné úrokové míry ( $r_{t-1} - E_{t-1}\pi_t$ ) na domácí poptávku je o jedno období zpožděný. Různí autoři ovšem uvádí rozdílné načasování, např. Cho a Moreno (2006) předpokládají souběžný efekt, ale objevují se i zpoždění větší. Proto je vhodné určit optimální velikost zpoždění na základě empirických zjištění podle nejlepší sladění modelu s daty.

Při specifikaci reakční funkce monetární politiky se vychází z pojetí, které využívají Svensson (2000) či Clarida *et al.* (2001), že Taylorovo pravidlo je optimální i pro otevřené ekonomiky.

$$r_t = \rho_r r_{t-1} + (1 - \rho_r)(\psi_\pi E_t \pi_{t+1} + \psi_y y_t) + \varepsilon_{MP,t} \quad 4.3$$

kde  $\varepsilon_{MP,t}$  je monetární šok, u něhož se v odborné literatuře předpokládá nezávislé a identické rozdělení (i.i.d.). Jak lze vyčíst z rovnice (4.3), monetární instrument v podobě úrokových sazeb závisí na své hodnotě zpožděné o jedno období. Monetární autorita reaguje na předpovídanou inflaci v příštím období  $E_t \pi_{t+1}$  a zároveň současnou velikost výstupní mezery  $y_t$ .

Poslední částí tohoto modelu je specifikace vývoje reálného kurzu za podmínky reálné nekryté úrokové parity. Podmínka nekryté úrokové parity je obecně stanovena jako rovnost logaritmu reálného devizového kurzu a úrokových měr, s kurzem vyjádřeným jako poměr domácích a zahraničních měnových jednotek. Protože se model stává stochasticky singulární, je podmínka nekryté úrokové parity vyjádřena pomocí rovnice (4.4). Je tedy třeba přidat šok nebo případně spočítat logaritmickou pravděpodobnost vyloučení rovnice reálného devizového kurzu. V tomto modelu je preferováno vyjádření se zahrnutím šoku:

$$E_t \Delta q_{t+1} = (r_t - E_t \pi_{t+1}) - (r_t^* - E_t \pi_{t+1}^*) + \varepsilon_{RER,t} \quad 4.4$$

Předpokládáme, že složka  $\varepsilon_{RER,t}$  obsahující šok může být sériově korelovaná, neboť podmínka nekryté úrokové parity může platit pro delší období. Analogicky lze charakterizovat i ekonomiku eurozóny, jež je v tomto případě považována za uzavřenou a lze ji aproximovat pomocí následujících rovnic.

$$\pi_t^* = \rho_\pi^* E_t \pi_{t+1}^* + (1 - \rho_\pi^*) \pi_{t-1}^* + \lambda_y^* y_t^* + \varepsilon_{AS,t}^* \quad 4.5$$

$$y_t^* = \rho_y^* E_t y_{t+1}^* + (1 - \rho_y^*) y_{t-1}^* - \delta_r^* (r_{t-6}^* - E_{t-6} \pi_{t-5}^*) + \varepsilon_{IS,t}^* \quad 4.6$$

$$r_t^* = \rho_r^* r_{t-1}^* + (1 - \rho_r^*) (\psi_\pi^* E_t \pi_{t+1}^* + \psi_y^* y_t^*) + \varepsilon_{MP,t}^* \quad 4.7$$

Opět i v tomto případě rovnice (4.5) vyjadřuje „hybridní“ Phillipsovu křivku, rovnice (4.6) křivku IS s empiricky motivovanou délkou zpoždění a rovnice (4.7) monetární pravidlo Taylorova typu. Délka zpoždění vlivu reálné úrokové míry na mezeru výstupu je empiricky motivována a je určena na základě Baesovského informačního kritéria (BIC). Existence strukturálního modelu zahraniční ekonomiky umožňuje strukturální identifikaci zahraničních šoků, což je lepší, než pracovat pouze s redukovánými formami zahraničních šoků. Celkový model se tedy skládá ze dvou bloků (domácího a exogenního, zahraničního), které jsou popsány pomocí rovnic (4.1) až (4.7).

## 4.2 Vstupní data

Vzhledem k dostupnosti a historickému vývoji byly v modelu použity čtvrtletní časové řady z období od prvního čtvrtletí 1995 do čtvrtého čtvrtletí 2007 pro Českou republiku a od prvního



čtvrtletí 1981 do čtvrtého čtvrtletí 2007 pro oblast eurozóny. V případě druhého odhadu byla tato datová sada prodloužena do čtvrtého čtvrtletí 2009, aby bylo možno zachytit vliv „krizových let“.

Výstupní mezera je vypočtena jako logaritmus odchylky reálného hrubého domácího produktu od jeho trendu, přičemž použitou metodou k odstranění trendu byl Hodrickův-Prescottův filtr. Získaný výsledek byl vynásoben 100, aby byl zachován stejný rozměr odchylek výstupní mezery jako u inflace a úrokové míry, viz Buncic a Melecký (2008) a Cho a Moreno (2006). Datové řady pocházejí z databáze Datastream a pro oblast eurozóny byly navíc extrapolovány zpět k roku 1981 pomocí míry růstu HDP, vypočtené z datové sady použité ve Fagan *et al.* (2001). Míra inflace je vypočtena jako analýzovaná procentní změna národního indexu spotřebitelských cen CPI u České republiky a harmonizovaného indexu CPI v případě eurozóny. Data opět pocházejí z databáze Datastream. Jako veličina charakterizující vývoj úrokové míry byla pro českou ekonomiku použita tříměsíční úroková sazba PRIBOR ze statistik publikovaných ČNB a pro oblast eurozóny byla využita tříměsíční úroková sazba EURIBOR z databáze Datastream. Stejně, jako tomu bylo v případě inflace, tak i v rámci úrokových měr byla data extrapolována zpět k roku 1981 pomocí míry růstu příslušných ukazatelů, získaných z datové sady použité ve Fagan *et al.* (2001). Reálný devizový kurz mezi českou korunou a eurem (CZK/EUR) byl vypočten jako křížový kurz pomocí kurzu české koruny k dolaru (CZK/USD), syntetického kurzu dolaru k euru (USD/EUR) a výše popsaných domácích a zahraničních cenových indexů CPI. Takto získaná data jsou zlogaritmována a před samotným odhadem lineárně detrendována. Datové sady upravené tímto způsobem se mohou lépe vypořádat s nestabilitou parametrů a strukturálními šoky, které by jinak významně ovlivňovaly výsledky odhadu, viz např. Giordani (2004).

### 4.3 Výsledky odhadů

V tabulkách v přílohách č.1 a č.2 jsou zachyceny výsledky odhadů parametrů modelu při použití techniky GMM na kratší a delší časové řadě. Při odhadu byla využita čtvrtletní data pro Českou republiku i eurozónu, která byla podrobně popsána výše.

V první části tabulky jsou zachyceny velikosti odhadnutých parametrů modelu pro Českou republiku, v kulatých závorkách jsou uvedeny směrodatné odchylky. Symboly hvězdiček udávají statistickou významnost jednotlivých koeficientů odvozenou z dílčích t- testů, a to takto: \* parametr je významný na 10%, \*\* 5% a \*\*\* 1% hladině významnosti. Shodně jsou v druhé části tabulky uspořádány odhadnuté výsledky pro ekonomiku eurozóny.

Nejdříve stručná interpretace k odhadnutým parametrům Phillipsovy křivky. Stejně jako v modelu, který obsahoval data do roku 2007, se i při odhadu parametrů modelu založených na datech zahrnujících období globální finanční krize do roku 2009 v případě odhadu Phillipsovy křivky ukazuje, že v domácí ekonomice je inflační proces determinován spíše inflačními očekáváním než minulými hodnotami inflace ( $\rho_\pi=0,56$ ). Naopak v případě eurozóny při zahrnutí krizových let převládá při determinaci inflace vliv minulých hodnot inflace nad inflačními očekáváním ( $\rho_\pi^*=0,48$ ). Příčinou tohoto stavu může být růst nejistoty ohledně budoucího vývoje inflace a tudíž větší míra indexace k minulým hodnotám inflace.

Citlivost inflace na poptávkové tlaky zůstává i při použití delších časových řad výrazně vyšší v případě České republiky oproti eurozóně ( $\lambda_y=0,028$ ;  $\lambda_y^*=0,005$ ). Tudíž v případě zvýšení přebytku poptávky v zemích eurozóny, by v České republice došlo následně k téměř dvojnásobnému zvýšení nákladů produkce oproti eurozóně. Avšak ve srovnání s odhady na základě kratší časové řady se tento poměr snížil. Příčinou by mohl být pokles ve využívání výrobních kapacit. V případě prodloužení časové řady již v modelu nebylo potřeba do Phillipsovy křivky zahrnovat diferenci očekávané změny výstupu. Vliv změny devizového kurzu na domácí inflaci při zahrnutí krizových let vzrostl na hodnotu  $\lambda_q=0,57$ , což znamená, že 10% zvýšení reálného devizového kurzu (CZK/EUR) bude mít za následek 5,7% zvýšení české inflace měřené pomocí indexu CPI. V případě České republiky, zůstává v důsledku tranzitivní povahy této ekonomiky, přilnavost k datům nízká, kdy upravený koeficient determinace dosahuje hodnoty 0,22. Naopak při odhadu pro ekonomiku eurozóny dosahuje tento

koeficient uspokojivé hodnoty 0,83. To se odráží také ve velikosti odhadnutých standardních odchylek šoků AS zkoumaných zemí, kde Česká republika podle odhadu čelí více než třikrát větším nabídkovým šokům v porovnání s eurozónou ( $\sigma_{AS} = 3,53$ ;  $\sigma_{AS}^* = 0,93$ ).

Nyní budou interpretovány výsledky odhadnutých parametrů křivky IS. Váhy přiřazované minulým hodnotám výstupní mezery řídicí proces formování výstupní mezery se při použití delší časové řady mezi zkoumanými ekonomikami liší. Zatímco v České republice je přiřazována větší hodnota minulému vývoji výstupní mezery ( $\rho_y = 0,41$ ), v případě eurozóny je větší váha přisuzovaná budoucímu vývoji ( $\rho_y^* = 0,55$ ). To může být způsobeno např. rozdílností spotřebních návyků či nižšími náklady na přizpůsobování kapitálové zásoby v případě eurozóny. Dopad reálné úrokové sazby na velikost výstupní mezery byl dle odhadu v případě České republiky vyšší než v případě eurozóny ( $\delta_r = 0,035$  a  $\delta_r^* = 0,010$ ).

Maximální efekt působení reálné úrokové míry na výstupní mezeru je odhadnut s využitím selektivního přístupu k délce zpoždění (lag-length selection approach). Potvrdila se větší délka zpoždění v případě eurozóny (pozorovaná i na kratších časových řadách), když tato délka činila 5 období pro Českou republiku a 9 období pro oblast eurozóny. Naopak se na nových datech ukázalo rychlejší působení změn reálného devizového kurzu na čistý export a tedy i výstup ekonomiky. Stále tedy platí předchozí závěry, že transmisní kanál devizového kurzu působí rychleji než úrokový transmisní kanál, což je časté v případě malých otevřených ekonomik, viz např. Buncic a Melecký (2008). Na delších časových řadách se ukazuje, že velikost efektu reálného devizového kurzu na výstup ( $\delta_q = 0,285$ ) je, dle odhadu, větší než velikost efektu úrokové míry na výstup, což bývá časté u malých otevřených ekonomik. Z odhadu dopadů změn zahraniční poptávky - změn v zahraničním výstupu (eurozóny) - daných velikostí parametru  $\delta_y^* = 0,10$  vyplývá, že 10% zvýšení výstupu eurozóny způsobí dle odhadu 1% zvýšení českého výstupu. Nárůst v této hodnotě oproti odhadu na základě kratších časových řad může být způsoben postupující reálnou konvergencí České republiky k eurozóně a může se časem i nadále zvyšovat. Přílnavost k datům je v případě křivky IS pro otevřenou ekonomiku České republiky lepší (upravený koeficient determinace 0,97) než u uzavřené ekonomiky eurozóny (0,74). Standardní odchylka šoku IS je v České republice nižší ( $\sigma_{is} = 1,35$ ) než v případě eurozóny ( $\sigma_{is}^* = 2,02$ ).

Výsledky odhadů reakční funkce centrální banky vycházející z Taylorova pravidla ukazují, že obě centrální banky, ČNB i ECB, do značné míry vyhlazují své úrokové sazby, přičemž v případě sazby stanovované ECB je patrná vyšší strnulost než u sazby stanovované ČNB ( $\rho_r^* = 0,95$  a  $\rho_r = 0,86$ ). Reakce ECB na inflační očekávání se zdá být, na základě odhadů, v průměru výraznější než reakce ČNB ( $\psi_\pi^* = 1,83$ ;  $\psi_\pi = 1,32$ ). Naopak z výsledků odhadu vyplývá, že ECB ve své reakční funkci přiřazuje menší váhu mezeře výstupu, než je tomu v případě ČNB ( $\psi_y^* = 0,05$ ;  $\psi_y = 0,32$ ). Na základě klasifikace použité v práci Svensson (2000) lze konstatovat, že ECB je konzervativnější centrální bankéř než ČNB. Odhad standardních odchylek šoků MP pro Českou republiku a eurozónu ( $\sigma_{MP} = 2,18$  a  $\sigma_{MP}^* = 0,50$ ) naznačuje, že diskrece v kontextu předpokládaného monetárního pravidla, používaná ECB, se jeví mnohem menší, než diskrece aplikovaná ČNB. Přílnavost k datům u obou zkoumaných reakčních funkcí, měřená pomocí upraveného koeficientu determinace, dosahuje uspokojivých hodnot 0,98 pro eurozónu a 0,83 pro českou ekonomiku.

Z podmínky nekryté úrokové parity vyplývá, že standardní odchylka reálného devizového kurzu  $\sigma_{RER} = 3,88$ . Tento šok se zdá být signifikantně pozitivně korelovaný v čase, kde autokorelační koeficient dosahuje hodnoty 0,5.

#### 4.4 Výsledky analýzy impulsní odezvy

První řada obrázků v příloze č.3 zachycuje odezvy na pozitivní domácí poptávkový šok. Tyto ukazují větší citlivost reakce výstupu na uvedený šok oproti odhadům jen do roku 2007. To může být způsobeno zahrnutím období recese, zapříčiněné globální finanční krizí do odhadovaného vzorku dat. Na druhé straně jsou reakce inflace, krátkodobé úrokové sazby a měnového kurzu znatelně slabší, což

může být částečně připsáno spíše zdráhavě akomodativní měnové politice ČNB v počátku recese a menší odhadnuté standardní odchylce daného šoku.

Druhá řada obrázků popisuje reakce na agregátní nabídkový šok. I v tomto případě ukazuje agregátní výstup větší citlivost na volatilitu v reakci na nabídkový šok, ale také inflace se jeví jako citlivější na daný šok. Reakce úrokových sazeb a kurzu se zdá i v tomto případě méně citlivá oproti odhadům končících rokem 2007, i když v případě reakce kurzu okamžitá reakce na nabídkový šok poněkud vzrostla.

Třetí řada obrázků popisuje reakce na domácí šok měnové politiky. Reakce výstupu, inflace a úrokových sazeb na šok měnové politiky se v důsledku aplikované diskrece jeví znatelně citlivější než na základě odhadů do roku 2007, a to i přes to, že ČNB aplikovala přibližně stejnou diskreci vzhledem ke svému měnovému pravidlu. Tato větší citlivost domácích makroekonomických veličin se však neprojevila ve zvýšené citlivosti reálného kurzu na šok měnové politiky.

Souhrnně lze konstatovat, že reakce domácích makroekonomických veličin na vnější šoky (viz. příloha č.4) vykazují znatelně větší citlivost, jsou-li odhady parametrů modelu založeny na datech zahrnující období globální finanční krize, než když jsou tyto parametry odhadnuty na vzorku dat jen do roku 2007. A není to zejména kvůli velikosti vnějších šoků, které v případě všech vnějších šoků podle nových odhadů klesly (viz tabulka 4.3). Pozorovaná zvýšená citlivosti domácí ekonomiky na vnější šoky může být tedy z naprosté většiny připsána citlivějšímu transmisnímu mechanismu, který vyvolal větší volatilitu domácí ekonomiky, kterou se měnová politika snažila utlumit. Nově odhadnuté reakce se také v některých případech dosti lišily, a to i směrem prvotní reakce. To je příklad reakce reálného kurzu na zahraniční poptávkový a nabídkový šok či reakce domácí úrokové sazby, a tudíž měnové politiky, na diskreční změny v úrokových sazbách a tedy měnové politice eurozóny. Otázkou zůstává, jestli se transmisní mechanismus v budoucích letech vrátí ke své nižší citlivosti, anebo zůstane již nadále citlivější a tak potencionálně náročnější pro makroekonomický management.

## 5 Od cílování inflace k cílování měnového kurzu

Tato kapitola byla věnována využití navrhnutého modelu pro potřebu analýzy problému potenciálního přechodu z cílování inflace na cílování devizového kurzu a zkoumání dopadů takovéto změny na hodnotu ztrátové funkce centrální banky

Předpokládá se, že centrální banka se snaží stabilizovat inflaci (kolem svého inflačního cíle), mezeru výstupu a úrokovou sazbu minimalizací následující ztrátové funkce.

$$L = \text{var}(\bar{\pi}_t - \bar{\pi}^*) + \alpha_y \text{var}(y_t) + \alpha_i \text{var}(\bar{i}_t) \quad 5.1$$

Kde  $\bar{\pi}_t$  označuje inflaci,  $\bar{\pi}^*$  inflační cíl,  $y_t$  mezeru výstupu a  $\bar{i}_t$  anualizovanou formu nominální úrokové sazby. Takto definovaná účelová funkce je konzistentní s mandátem většiny centrálních bank. V základním scénáři se předpokládají hodnoty preferenčních parametrů centrální banky  $\alpha_y = 0,5$  a  $\alpha_i = 0,1$ , takže centrální banka přikládá větší váhu stabilitě inflace než stabilitě mezery výstupu, malou váhu pak přikládá stabilitě úrokové sazby. Cíl stabilizace úrokové sazby, může být vnímán jako zástupce preferencí stability finančních trhů. Kromě základního scénáře byla uvažována i tři alternativní nastavení ztrátové funkce. Jednotlivé případy byly zkoumány v případech, kdy by centrální banka uplatňovala historicky pozorovaný stupeň diskrece, anebo se řídila striktně předpokládaným monetárním pravidlem. Výsledné ztráty (či zisky) byly pro snadnější interpretaci převedeny na procentní změny růstu HDP.

Na základě předpokládané ztrátové funkce bylo odhadnuto optimalizované pravidlo cílování inflace pro Českou republiku, z něhož vyplývá, že ČNB může dosáhnout zlepšení v makroekonomické stabilizaci, pokud zvýší své reakce na očekávanou budoucí inflaci a sníží váhu současné mezery

výstupu. Výsledné zlepšení v makroekonomické stabilizaci je odhadováno na 0,41 až 1,73 procentních bodů růstu HDP. Toto zjištění je konzistentní se závěry práce Šmídková (2008), která tvrdí, že suboptimální implementace inflačního cílování v České republice může být připisována zejména (i) neočekávaným, globálním antiinflačním šokům, (ii) strnulosti expertního systému předpovědí ČNB, a (iii) oportunistické dezinflaci řízené ČNB.

Pokud bude Česká republika při svém vstupu do eurozóny přecházet na cílování devizového kurzu, bylo odhadnuto optimalizované, jednoduché pravidlo cílování devizového kurzu pro základní sazbu monetární politiky. Na základě těchto poznatků bylo zjištěno, že při přechodu ze současného pravidla inflačního cílování směrem k optimálnímu pravidlu cílování devizového kurzu by nemělo dojít k žádným významným ztrátám v makroekonomické stabilizaci. Pokud ale bude uvažován přechod z optimalizovaného pravidla cílování inflace jako výchozího pravidla směrem k optimalizovanému pravidlu měnového kurzu, významně se projeví následná ztráta v makroekonomické stabilizaci dle základního scénáře v rozsahu 0,4 až 2 procentních bodů růstu HDP. Podrobné výsledky jsou shrnuty v přílohách č.5 a č.6.

## **Závěr**

Malé modely DSGE jsou tvůrci makroekonomické politiky vyzdvihovány jako velmi užitečný nástroj, jak intuitivně a disciplinovaně promýšlet a analyzovat dopady hospodářské politiky na danou ekonomiku. Za největší přínos těchto modelů je mnohdy označována především schopnost poskytovat jasný rámec pro diskusi dopadů měnové politiky, ale také ostatních makroekonomických politik a intervencí. Modely DSGE bývají spojovány nejčastěji se soudobou neoklasickou ekonomickou školou a novým keynesovstvím. Přes řadu společných rysů existuje mezi těmito směry několik významných odlišností. Ačkoliv však mají neoklasikové vůči novému keynesovskému pojetí řadu výhod, nejsou v současné době schopni poskytnout plnohodnotnou alternativu, která by obstála jejich vlastní kritice. Z tohoto důvodu byl v této práci při konstrukci modelu využit nový keynesovský přístup, který je z pohledu autora vhodnější, což potvrzuje i řada aplikací modelu tohoto typu v centrálních bankách a nadnárodních institucích. V těchto modelech hraje významnou roli specifikace monetárního pravidla. Jednoduché monetární pravidlo Taylorova typu pro stanovování nominální úrokové míry se ukazuje jako vhodná alternativa, neboť stejná podmínka, která zajišťuje rovnováhu při předpokladu racionálních očekávání, také zabezpečuje dosažení rovnováhy, pokud se mohou jednotliví agenti učit.

Při aplikaci a identifikaci vhodného modelu pro analýzu hospodářské politiky jsou její tvůrci nuceni aplikovat určitý kompromis mezi teoretickou konzistencí modelu a jeho schopností popsat makroekonomická data dané ekonomiky. Historicky tíhli k preferenci teoretické konzistence spíše tvůrci modelů z řad akademických ekonomů, avšak postupně tato konzistence nabývala významu i u tvůrců hospodářské politiky. V současné době je k dispozici široká škála modelů, např. relativně ateoretické modely typu strukturálních modelů VAR či naopak zmiňované modely DSGE vyžadující značnou teoretickou konzistenci.

Tato práce se tak soustředila na odhad určitého druhu hybridního modelu DSGE, který vykazuje dostatečnou teoretickou strukturu k identifikaci strukturálních šoků a specifických transmisních mechanismů, jimiž je makroekonomická obec zainteresována. Dále však vykazuje dostatečnou schopnost modelovat makroekonomická data s relativně vysokou popisnou přesností. Model využitý v této práci se sestával ze dvou bloků. Domácí blok otevřené ekonomiky České republiky byl složen ze čtyř základních rovnic. Zahraničí (reprezentované eurozónou) bylo modelováno pomocí tří rovnic jakožto uzavřená ekonomika. Následně se tato práce soustředila na analýzu změn transmisního mechanismu popisujícího přenos a dynamiku strukturálních šoků (domácích i zahraničních), a odhad změn velikosti strukturálních šoků v důsledku globální finanční krize. Tato krize zasáhla českou ekonomiku v podobě krize ekonomické, zejména v důsledku negativních vnějších poptávkových šoků. Provedená analýza v této práci naznačuje, že ačkoli se, v porovnání s obdobím předkrizovým, intenzita šoků v průběhu ekonomické krize nezvýšila, citlivost transmisního mechanismu (a tudíž dopad domácích i vnějších šoků na českou ekonomiku) podstatně vzrostla. Budoucnost ukáže, zda i

tato citlivost přetrvává a bude představovat novou výzvu pro efektivnost měnové politiky a dalších stabilizačních politik, nebo se tato citlivost zmírní a vrátí k normálu předkrizových let.

Poslední část práce byla věnována odhadu dopadů možné budoucí změny monetárního režimu na ztrátovou funkci centrální banky a vyjádření této změny jako procentní změny v růstu HDP. Z odhadů vyplynulo, že pokud by ČNB chtěla snížit případné ztráty plynoucí z makroekonomické stabilizace, bylo by vhodné, aby optimalizovala svůj režim cílování inflace, tj. výrazněji reagovala na očekávanou budoucí inflaci a naopak snížila váhu současné mezery výstupu. Pokud by se ale ČNB rozhodla následně změnit svůj monetární režim z cílování inflace na cílování devizového kurzu, mohl by být tento přechod spojen s poměrně velkými ztrátami v růstu HDP. Naopak bez optimalizace inflačního cílování by tento přechod znamenal snížení hodnot ztrátové funkce a tedy pozitivní vliv na růst HDP. Dle odhadu může zlepšení makroekonomické stabilizace zvýšit růst HDP o 0,41 až 1,73 procentních bodů.

Souhrnně lze tedy konstatovat, že model použitý v této práci se ukázal být vhodnou alternativou pro potřeby popisu ekonomiky i jejího dynamického chování při dosažení uspokojivé vysvětlovací schopnosti. Obtížnější bylo, stejně jako u jiných modelů, pouze zachycení inflační dynamiky v rámci Phillipsovy křivky. Na základě analýzy odhadnutých časových řad s různou délkou, kratší (do roku 2007) a delší (zahrnující i „krizová“ léta 2008 a 2009), bylo možno upřesnit reakce ekonomiky a pozorovat změny v jejím chování, zejména v transmisních mechanismech. Model je možno dále využívat pro zkoumání jednoduchých otázek hospodářské politiky a může být vhodným doplňkem komplexních modelů zkoumajících národní hospodářství. Tento modelový rámec lze po drobných úpravách aplikovat i na jiné země než Českou republiku.

## Literatura

- Ball, L., Mankiw, N. G., Romer, D., 1988. The new keynesian economics and the output-inflation trade-off, NBER Working Paper No. R1111, Cambridge, MA.
- Benigno, G., Benigno, P., Ghironi, F., 2007. Interest rate rules for fixed exchange rate regimes. *Journal of Economic Dynamics & Control* 31, 2196–2211.
- Blanchard, O., 1997. *Macroeconomics*. Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey. ISBN 0-13-013306-X.
- Blinder, A. S., 1998. *Central Banking in Theory and Practice*. MIT Press, ISBN 0-262-02439-X.
- Brainard, W. C., 1967. Uncertainty and the Effectiveness of Policy. *American Economic Review* 57, May, 411–425.
- Bullard, J., Mitra, K., 2002. Learning about Monetary Policy Rules. *Journal of Monetary Economics* 49(6): 1105–29.
- Buncic, D., Melecky, M., 2008. An estimated New Keynesian policy model for Australia. *Economic Record* 84, 1–16.
- Calvo, G., 1983. Staggered Prices in a Utility Maximizing Framework. *Journal of Monetary Economics* 12, 383–398.
- Clarida, R., Gali, J., Gertler, M., 2002. A simple framework for international monetary policy analysis. *Journal of Monetary Economics* 49, 879–904.
- Clarida, R., Gali, J., Gertler, M., 2001. Optimal monetary policy in open versus closed economies: an integrated approach. *American Economic Review* 91, 248–252.
- Clarida, R., Gali, J., Gertler, M., 1999. The Science of Monetary Policy: A New Keynesian Perspective. *Journal of Economic Literature* 37(4), pp. 1661–1707.
- Cogley, T., Colacito, R., Sargent, T. J., 2007. Benefits from U.S. Monetary Policy Experimentation in the Days of Samuelson and Solow and Lucas. *Journal of Money, Credit, and Banking* 39(S1): 67–99.

- Cramér, H., 1946. *Mathematical Methods of Statistics*. Princeton, N.J.: Princeton University Press. ISBN 0-691-08004-6.
- DeLong, J. B., 1997. America's Peacetime Inflation: The 1970s, in *Reducing Inflation: Motivation and Strategy*, Christina and David Rommer editors, NBER, Chicago, 247-280.
- Fagan, G., Henry, J., Mestre, R., 2001. An area-wide model (AWM) for the Euro area. ECB Working Paper 42. Frankfurt am Main.
- Fischer, S., 1977. Long term contracts, rational expectations, and the optimal money supply rule, *Journal of Political Economy*, 85, 1 (Feb), 191—205.
- Fuhrer, J., Moore, G., 1995. Inflation Persistence. *Quarterly Journal of Economics* 110 (1), 127-159.
- Gali, J., Gertler, M., 1999. Inflation dynamics: a structural econometric analysis. *Journal of Monetary Economics* 44, 195–222.
- Giannoni, M., 2002. Does Model Uncertainty Justify Caution? Robust Optimal Monetary Policy in a Forward-Looking Model. *Macroeconomic Dynamics* 6(1): 111–44.
- Giannoni, M., Woodford, M., 2002. Optimal Interest-Rate Rules: I. General Theory. Working paper 9419. Cambridge, Mass.: National Bureau of Economic Research.
- Giordani, P., 2004. Evaluating New-Keynesan models of a small open economy. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 66, 713–733.
- Gujarati, D., 1992. *Essentials of econometrics*. 1st ed. City University of New York: McGraw-Hill, Inc., 466 p. ISBN 0-07-025194-0. Hamilton, J. D., 1994. *Time Series Analysis*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. ISBN: 0-691-04289-6.
- Hansen, L. P., 1982. Large Sample Properties of Generalized Method of Moments Estimators. *Econometrica* 50, 1029-54.
- Hebbel, K. S., Walsh C. E., 2009. Monetary Policy under Uncertainty and Learning: An Overview. In: *Monetary Policy under Uncertainty and Learning*, edition 1, 001-025, Central Bank of Chile. Hodrick, R., Prescott, E. C., 1997. Postwar U. S. Business Cycles: An Empirical Investigation, *Journal of Money, Credit, and Banking*, 29 (1), 1–16.
- Hnatkovska, V., Loayza, N., 2003. Volatility and growth. World Bank Policy Research Working Paper Series 3184. Washington, DC.
- Hušek, R., 1997. *Základy ekonometrické analýzy I. Modely a metody*. Praha: VŠE, ISBN 80-7079-102-0.
- Chari, V. V., Kehoe, J.P., McGrattan, E.R., 2009. New Keynesian Models: Not Yet Useful for Policy Analysis. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 1(1), 242–266.
- Chatterjee, S., 2002. The Taylor Curve and the Unemployment-Inflation Tradeoff. *Business Review*, issue Q3, 26-33.
- Cho, S., Moreno, A., 2006. A small-sample study of the New-Keynesian macro model. *Journal of Money, Credit and Banking* 38, 1461–1481.
- Christiano, L. J., Eichenbaum, M., Evans, C., 2001. Nominal rigidities and the dynamic effects of a shock to monetary policy. Federal Reserve Bank of Cleveland Working Paper 01-07. Cleveland, OH.
- Judson, R., Orphanides, A., 1999. Inflation, volatility and growth. *International Finance* 2, 117–138.
- Justiniano, A., Preston, B., 2004. Small Open Economy DSGE Models: Specification, Estimation and Model Fit. Manuscript. Columbia University, New York.
- Kapetanios, G., Pagan, A. Scott, A., 2007 Making a match: Combining theory and evidence in policy-oriented macroeconomic modeling. *Journal of Econometrics* 136, 2007, 565–594.
- King, R. G., 1995. Quantitative Theory and Econometrics. Federal Reserve Bank of Richmond *Economic Quarterly*, Summer 1995, 53-105.
- Kocherlakota, N., 2009. Modern Macroeconomic Models as Tools for Economic Policy. Essay for Federal Reserve Bank of Minneapolis Annual Report.
- Kydland, F. E., Prescott, E. C., 1977. Rules Rather Than Discretion: The Inconsistency of Optimal Plans. *Journal of Political Economy* 85, 473-491.

- Kydland, F. E.; Prescott, E. C., 1982, Time to build and aggregate fluctuations, *Econometrica: Journal of the Econometric Society* **50** (6), 1345–1370, <http://web.mit.edu/danco/OldFiles/Public/Network%20Idea/Time%20to%20Build%20and%20Aggregate%20Fluctuation.pdf>, retrieved 2010-07-23.
- Malinvaud, E., 1970. *Statistical Methods of Econometrics*. Amsterdam: North-Holland. ISBN 0444100482.
- Mankiw, N. G., 2006. The Time Inconsistency of Discretionary Policy, <http://gregmankiw.blogspot.com/search?q=time+inconsistency>, Wednesday, April 19, 2006.
- Mankiw, N. G., 2006. The Macroeconomist as Scientist and Engineer. *Journal of Economic Perspectives* 20 (4), 29–46.
- Mankiw, N. G., Romer, D., eds., 1991, *New Keynesian Economics*. Vol. 1: *Imperfect competition and sticky prices*, MIT Press, ISBN 0-262-63133-4. Vol. 2: *Coordination Failures and Real Rigidities*. MIT Press, ISBN 0-262-63133-2.
- McCallum, B. T., Nelson, E., 2001. Monetary policy for an open economy: an alternative framework with optimizing agents and sticky prices. CEPR Discussion Paper 2756. London.
- Melecky, A., Melecky, M., 2010. From inflation to exchange rate targeting: Estimating the stabilization effects for a small open economy. *Economic Systems* 34, issue 4, December 2010.
- Monacelli, T., 2005. Monetary policy in a low pass-through environment. *Journal of Money, Credit and Banking* 37, 1047–1066.
- Ochrana, F., 2009. *Metodologie vědy - Úvod do problému*, Karolinum, Praha, ISBN 978-80-246-1609-4.
- Okun, A. M., 1970. Potential GNP: Its Measurement and Significance. in American Statistical Association. Proceedings of the Business and Economics Statistics Section; reprinted in Arthur M. Okun, *The Political Economy of Prosperity*. Washington DC: The Brookings Institution.
- Orphanides, A., Williams, J. C., 2002. Robust Monetary Policy Rules with Unknown Natural Rates. *Brookings Papers on Economic Activity* 2: 63–145.
- Pagan, A., 2003. Report on Modelling and Forecasting at the Bank of England. Bank of England.
- Pearson, K., 1894. Contribution to the Mathematical Theory of Evolution. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. Series A 185, 71-110.
- Plosser, C. I., 1989. Understanding Real Business Cycles. *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 3, No. 3, (Summer, 1989), 51-78.
- Rotemberg, J., Woodford, M., 1999, Interest Rate Rules in an Estimated Sticky Price Model, *Monetary Policy Rules*. Edited by John B. Taylor, 57-126.
- Rothenberg, T. J., 1973. *Efficient Estimation with A Priori Information*. New Haven, Conn.: Yale University Press. ISBN 0300016077.
- Sims, C. A., 2002. Solving linear rational expectations models. *Computational Economics* 20, 1–20.
- Smets, F., Wouters, F., 2007. Shocks and Frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach. *American Economic Review*, 97(3), 586–606.
- Söderström, U., 2002. Monetary Policy with Uncertain Parameters. *Scandinavian Journal of Economics* 104(1): 125–45.
- Svensson, L. E. O., 2000. Open-economy inflation targeting. *Journal of International Economics* 50, 155–183.
- Svensson, L.E.O., 1997. Exchange rate target or inflation target for Norway? In: Christiansen, A.B., Qvigstad, J.F. (Eds.), *Choosing a Monetary Policy Target*. Scandinavian University Press (Universitetsforlaget AS), Oslo, pp. 120–138.
- Šmídková, K., 2008. Evaluation of the Fulfilment of the CNB's Inflation Targets 1998–2007. Czech National Bank, Prague.
- Taylor, J.B., 1979. Estimation and Control of a Macroeconomic Model with Rational Expectations. *Econometrica* 47 (5), pp. 1267-86.
- Taylor, J.B., 1980. Aggregate Dynamics and Staggered Contracts. *Journal of Political Economy*, University of Chicago Press, vol. 88(1), pages 1-23, February.

Taylor, J.B., 1993. Discretion versus Policy Rules in Practice. *Carnegie-Rochester Series on Public Policy* 39, 195-214.

Tinsley, P.A., 1999. Short rate expectations, term premiums, and central bank use of derivatives to reduce policy uncertainty. Finance and Economics Discussion Paper 99-14. Board of Governors of the Federal Reserve System, Washington, DC.

Walsh, C.E., 2004. Robustly Optimal Instrument Rules and Robust Control: An Equivalence Result. *Journal of Money, Credit, and Banking* 36(6): 1105–13.

Walsh, C.E., 1998. *Monetary Theory and Policy*, 2nd Edition, M.I.T. Press, 632 pp., ISBN 0-262-23231-6.

Woodford, M., 2009 Convergence in Macroeconomics\_Elements of the new synthesis. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 1(1), 267-279.

Woodford, M., 2003. *Interest and Prices: Foundations of a Theory of Monetary Policy*. Princeton University Press, Princeton, NJ. ISBN 0691010498.

Woodford, M., 1998. Optimal Monetary Policy Inertia. Mimeo, Princeton University

## Seznam použitých zkratek a symbolů

ČNB	Česká národní banka
AS	Agregátní nabídka
BIC	Bayesovské informační kritérium
CPI	Index spotřebitelských cen
CZK	Česká koruna
ECB	Evropská centrální banka
EMU	Evropská hospodářská a měnová unie
EqCM	Rovnovážný korekční mechanismus
EUR	Euro
EURIBOR	Mezibankovní nabídková sazba eurozóny
GMM	Zobecněná metoda momentů
HAC matice	Heteroskedastická a autokorelační matice
HDP	Hrubý domácí produkt
i.i.d.	Nezávislé a identické rozdělení
Modely ACE	Multiagentní výpočetní modely
Modely CGE	Modely spočítatelné všeobecné rovnováhy
Modely DSGE	Modely dynamické stochastické všeobecné rovnováhy
Modely IDSGE	Modely nekompletní dynamické stochastické všeobecné rovnováhy
Modely RBC	Modely reálného hospodářského cyklu
Modely VAR	Modely vektorové autoregrese
MP	Monetární politika
PRIBOR	Pražská mezibankovní nabídková sazba
$R^2$	Koeficient determinace
USA	Spojené státy americké
USD	Americký dolar

Symbody použité v matematických výrazech jsou vysvětleny při jejich použití v práci.



# Vlastní publikační činnost dle evidence VŠB-TUO

## ČLÁNEK

Melecký, A., Melecký, M., 2010. From inflation to exchange rate targeting: Estimating the stabilization effects for a small open economy. *Economic Systems*, roč. 34, č. 4, s. 450-468.

Melecký, A., Macháček, M., 2010. The Role of National and Supranational Fiscal Rules – International Evidence and Situation in the Czech Republic. *Journal of Applied Economic Sciences*, roč. 5, č. 4(14), s. 375-382.

## KNIHA ODBORNÁ

Hančlová, J., Kubicová, I., Macháček, M., Melecký, A., Melecký, L., Melecký, M., Nevima, J., Ramík, J., 2010. *Makroekonometrické modelování české ekonomiky a vybraných ekonomik EU*. Ostrava : VŠB-TU Ostrava. 310 s. ISBN 978-80-248-2353-9.

## PŘÍSPĚVEK VE SBORNÍKU

Melecký, A., 2009. Teorie her a její využití pro zkoumání oligopolních trhů. In *MEKON 2009*. Ostrava : Ekonomická fakulta VŠB-TU Ostrava, s. 1-11.

Melecký, A., 2009. Vybraná protikrizová opatření a jejich dopad na reálnou ekonomiku. In *Finanční řízení podniků a finančních institucí*. Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, s. 208-215.

Melecký, A., 2009. Situace na trhu nemovitostí a problémy na hypotečním trhu v období "Velké deprese". In *"VELKÁ DEPRESE" a její odraz v ekonomické teorii a praxi*. Ostrava : VŠB-TU Ostrava, s. 1-8.

Melecký, A., 2008. Nový keynesovský model makroekonomické politiky - aplikace na Českou republiku. In *MEKON 2008*. Ostrava : Ekonomická fakulta VŠB-TU Ostrava, s. 1-7.

Melecký, A., 2008. Metody zkoumání finanční (ne)stability pomocí makroekonomických ukazatelů. In *Mezinárodní Baťovy konference pro doktorandy a mladé vědecké pracovníky 2008*. Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, s. 1-9.

Melecký, A., 2008. Empirický pohled na tradiční determinanty devizového kurzu v ČR. In *Nové trendy, nové nápady 2008*. Znojmo : Soukromá vysoká škola ekonomická Znojmo s.r.o, s. 205-213.

Macháček, M., Melecký, A., 2007. Problémová trojice a finanční tíseň v kointegrační analýze (aplikace na ČR). In *Nové trendy - nové nápady 2007*. Znojmo : Soukromá vysoká škola ekonomická Znojmo s.r.o, s. 218-226.

Macháček, M., Melecký, A., 2007. Finanční stabilita a makroekonomické výkyvy v České republice. In *ZVYŠOVÁNÍ KONKURENCESCHOPNOSTI aneb Nové výzvy pro rozvoj regionů, států a mezinárodních trhů*. Ostrava : VŠB TU Ostrava, s. 1-8.

**Příloha č. 1: Výsledky odhadu modelových parametrů (model 2007)**

Česká republika		
Parametr	Odhadnutá hodnota	Směrodatná odchylka
$\rho_{\pi}$	0,5961	(0,0650)***
$\lambda_y$	0,0976	(0,0366)***
$\lambda_{\Delta y}$	0,1005	(0,0382)**
$\lambda_q$	0,1292	(0,0634)**
$\rho_y$	0,4895	(0,0381)***
$\delta_r$	0,0320	(0,0085)***
$\delta_q$	0,0250	(0,0133)*
$\delta_{y*}$	0,0399	(0,0157)**
$\rho_r$	0,8259	(0,0310)***
$\psi_{\pi}$	1,6880	(0,1065)***
$\psi_y$	0,3964	(0,1339)***
$\sigma_{AS}$	3,5273	
$\sigma_{IS}$	1,5710	
$\sigma_{MP}$	2,1926	
$\sigma_{RER}$	5,8557	
$\rho_{eRER}$	0,4265	(0,1314)***
eurozóna		
Parametr	Odhadnutá hodnota	Směrodatná odchylka
$\rho_{\pi^*}$	0,7606	(0,1068)***
$\lambda_{y^*}$	0,0316	(0,0171)*
$\rho_{y^*}$	0,4721	(0,0403)***
$\delta_{r^*}$	0,0257	(0,0118)**
$\rho_{r^*}$	0,9215	(0,0364)***
$\psi_{\pi^*}$	1,7352	(0,3083)***
$\psi_{y^*}$	0,1264	(0,0670)*
$\sigma_{AS}^*$	0,9780	
$\sigma_{IS}^*$	1,4720	
$\sigma_{MP}^*$	0,4703	

Zdroj: Vlastní výpočty

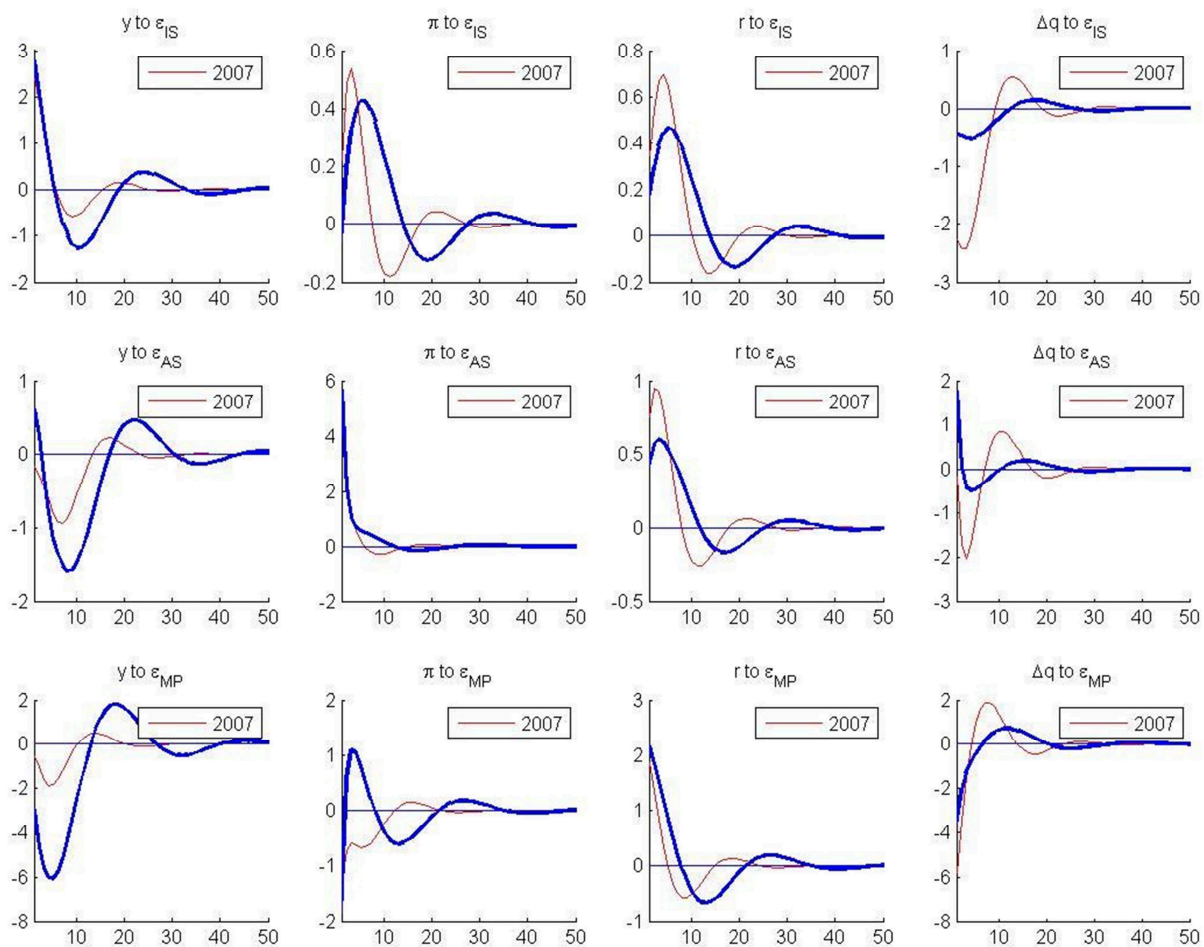
**Příloha č. 2: Výsledky odhadu modelových parametrů (model 2009)**

Česká republika		
Parametr	Odhadnutá hodnota	Směrodatná odchylka
$\rho_{\pi}$	0,5593	(0,0704)***
$\lambda_y$	0,0281	(0,0242)
$\lambda_q$	0,5743	(0,2180)***
$\rho_y$	0,4136	(0,0394)***
$\delta_r$	0,0355	(0,0178)**
$\delta_q$	0,2850	(0,1600)*
$\delta_{y*}$	0,1009	(0,0198)***
$\rho_r$	0,8598	(0,0708)***
$\psi_{\pi}$	1,3211	(0,1725)***
$\psi_y$	0,3234	(0,2991)
$\sigma_{AS}$	3,5185	
$\sigma_{IS}$	1,3460	
$\sigma_{MP}$	2,1763	
$\sigma_{RER}$	3,8748	
$\rho_{eRER}$	0,5000	(0,1184)***
eurozóna		
Parametr	Odhadnutá hodnota	Směrodatná odchylka
$\rho_{\pi^*}$	0,4799	(0,0134)***
$\lambda_{y^*}$	0,0048	(0,0018)***
$\rho_{y^*}$	0,5509	(0,0517)***
$\delta_{r^*}$	0,0102	(0,0010)

$\rho_{r^*}$	0,9520	(0,0352)***
$\psi_{\pi^*}$	1,8361	(0,3679)***
$\psi_{y^*}$	0,0510	(0,0648)
$\sigma_{AS}^*$	0,9333	
$\sigma_{IS}^*$	2,0223	
$\sigma_{MP}^*$	0,5035	

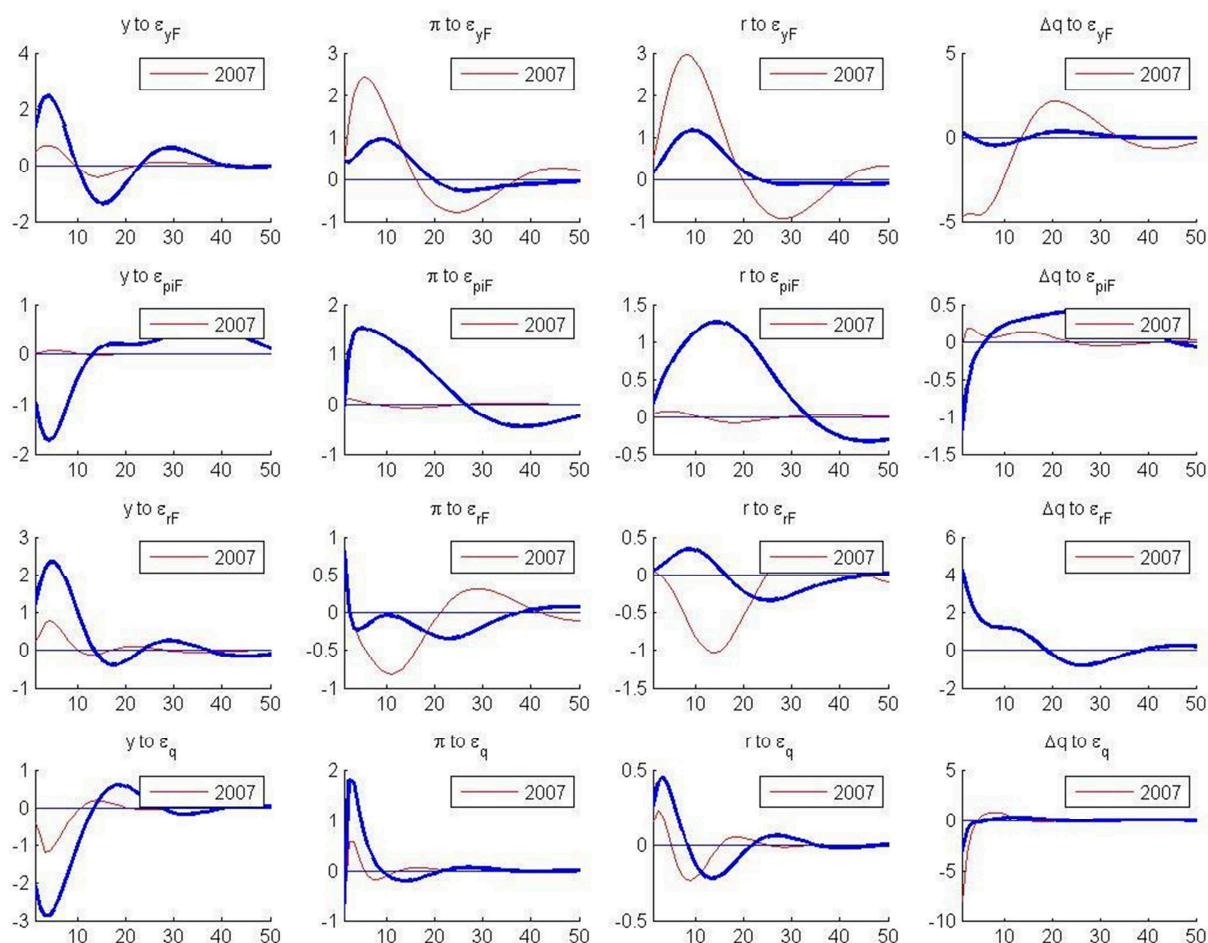
Zdroj: Vlastní výpočty

**Příloha č. 3:** Impulsní odezva základních proměnných na domácí šoky 2009 (srovnání s odhady do roku 2007)



Zdroj: Vlastní výpočty

**Příloha č. 4:** Impulsní odezva základních proměnných na externí šoky 2009 (srovnání s odhady do roku 2007)



Zdroj: Vlastní výpočty

**Příloha č. 5:** Zhodnocení ztrátové funkce centrální banky při optimalizovaném, jednoduchém pravidlu inflačního cílování

Ztrátová funkce	$\Psi_{\pi}$	$\Psi_y$	$\rho_r$	$L_{IT}$	$\frac{L_{GMM} - L_{IT}}{L_{GMM}} (\%)$	GDP
Historická diskrece, $\sigma_{MP}=2,1926$						
Ztrátová funkce GMM	1,688	0,396	0,826	NA	0	0
$L(\alpha_y=0,5, \alpha_i=0,1)$	4,963	0,298	0,856	72,114	-45,94%	[0,41;1,68]
$L^y(\alpha_y=0,9, \alpha_i=0,1)$	3,345	0,205	0,807	99,195	-34,13%	[0,31;1,27]
$L^1(\alpha_y=0,5, \alpha_i=0,4)$	6,1695	-0,240	0,890	92,000	-44,77%	[0,45;1,83]
$L^\pi(\alpha_y=0, \alpha_i=0)$	24,415	-1,557	0,193	2,240	-97,72%	[1,14;4,64]
Bez diskrece, $\sigma_{MP}=0$						
Ztrátová funkce	1,688	0,396	0,826	NA	0	0

GMM						
$L(\alpha_v=0,5, \alpha_i=0,1)$	7,623	0,434	0,939	60,256	-49,37%	[0,42;1,73]
$L^y(\alpha_v=0,9, \alpha_i=0,1)$	3,519	0,230	0,863	84,097	-36,03%	[0,31;1,26]
$L^1(\alpha_v=0,5, \alpha_i=0,4)$	4,045	-0,103	0,893	80,894	-47,15%	[0,46;1,86]
$L^\pi(\alpha_v=0, \alpha_i=0)$	9,232	-0,197	0,218	6,133	-93,54%	[0,98;4,01]

Zdroj: Vlastní výpočty

**Příloha č. 6:** Zhodnocení ztrátové funkce centrální banky při optimalizovaném, jednoduchém pravidlu cílování devizového kurzu

Ztrátová funkce	$\psi_s$	$L_{ERT}$	$\frac{L_{ERT} - L_{IT}}{L_{IT}} (\%)$	GDP	$\frac{L_{ERT} - L_{GMM}}{L_{GMM}} (\%)$	GDP
Historická diskrece, $\sigma_{MP} = 2,1926$						
$L(\alpha_v=0,5, \alpha_i=0,1)$	2,325	129,489	79,56%	[-0,39;-1,59]	-2,93%	[0,02;0,09]
$L^y(\alpha_v=0,9, \alpha_i=0,1)$	2,325	137,651	38,77%	[-0,24;-0,98]	-8,59%	[0,07;0,30]
$L^1(\alpha_v=0,5, \alpha_i=0,4)$	2,756	213,135	131,67%	[-0,68;-2,76]	27,92%	[-0,23;-0,93]
$L^\pi(\alpha_v=0, \alpha_i=0)$	2,025	85,629	3723,13%	[-1,05;-4,27]	-13,04%	[0,09;0,37]
Bez diskrece, $\sigma_{MP} = 0$						
$L(\alpha_v=0,5, \alpha_i=0,1)$	2,429	129,328	114,63%	[-0,49;-1,99]	8,67%	[-0,06;-0,26]
$L^y(\alpha_v=0,9, \alpha_i=0,1)$	2,395	137,565	63,57%	[-0,35;-1,41]	4,64%	[-0,04;-0,14]
$L^1(\alpha_v=0,5, \alpha_i=0,4)$	2,400	211,877	161,91%	[-0,75;-3,06]	38,41%	[-0,29;-1,20]
$L^\pi(\alpha_v=0, \alpha_i=0)$	2,100	86,621	1312,16%	[-0,92;-3,76]	-8,82%	[0,06;0,24]

Zdroj: Vlastní výpočty